

MEMS – MOEMS – BioMEMS

Komplexe Funktionen auf kleinstem Raum

Büttgenbach, Stephanus

Veröffentlicht in:
Jahrbuch 2008 der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.61-64



J. Cramer Verlag, Braunschweig

MEMS – MOEMS – BioMEMS

Komplexe Funktionen auf kleinstem Raum*

STEPHANUS BÜTTGENBACH

Dr.-Bockemüller-Ring 33, D-38173 Sickinge

MEMS steht für Micro Electro Mechanical Systems und beschreibt die Integration von Elektronik, Mechanik, Magnetik, Optik, Fluidik und neuen Materialien, durch die steigende Ansprüche an Funktionen und Leistungen technischer Produkte erfüllt werden. In Europa hat sich für dieses Gebiet die Bezeichnung Microsystem Technology (Mikrosystemtechnik) durchgesetzt. Falls neben mechanischen und elektronischen auch optische Funktionen integriert werden, wird auch von Micro Opto Electro Mechanical Systems (MOEMS) gesprochen; MEMS für biomedizinische Anwendungen werden häufig als BioMEMS bezeichnet.

Die Mikrosystemtechnik erschließt durch die Kombination von Signalverarbeitung mit sensorischen und aktorischen Komponenten eine Vielzahl neuartiger Anwendungen, die rein mikroelektronischen Systemen verschlossen bleiben. Sie ist daher zu einem wesentlichen Innovationsmotor in nahezu allen Wirtschaftsbereichen geworden. Die Miniaturisierung der Komponenten und Systeme spielt dabei eine entscheidende Rolle. Die technologischen Grundlagen liefern lithographiegebundene und subfeinwerktechnische Mikrotechnologien, Mikromontagetechniken, Aufbau- und Verbindungstechniken sowie Systemdesign und Simulationsverfahren.

Neben der Entwicklung und Gestaltung der Mikrosysteme selbst schafft die Mikrosystemtechnik die wichtige Anbindung zur Makrowelt, d.h. die Integration der Mikrosysteme in ein Makro-System, z.B. ein Handy, ein Auto, ein Flugzeug, ein chirurgisches Instrument oder eine Werkzeugmaschine. Sie ist jedoch auch der Schlüssel zur Nutzung der Nanotechnologie.

Als Querschnittstechnologie ist die Mikrosystemtechnik für viele industrielle Produkte und Prozesse bereits unentbehrlich geworden:

* Kurzfassung des am 10.10.2008 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehaltenen Vortrags.

- Airbags, ABS und ESP basieren auf mikrotechnischen Inertialsensoren und gehören zur Standardausrüstung von Kraftfahrzeugen.
- Viele neue Anwendungsfelder in der Informations- und Kommunikationstechnik wären ohne typische Mikrosysteme wie RFID und Smart Label nicht möglich. Damit wird die Mikrosystemtechnik zu einer Schlüsseltechnologie für *Embedded Systems* und *Smart Systems*.
- Mikrotechnologien erlauben die Entwicklung von Modulen der intra- und extrakorporalen Videotechnik, der Robotik und applikationsspezifischer Instrumente für die minimal-invasive Chirurgie, durch die die Belastung für den Patienten und die Kosten der medizinischen Betreuung reduziert werden können.
- Mikrogreifer sind Schlüsselkomponenten in Mikrorobotersystemen zur Montage hybrider Mikrosysteme.
- Mikrotaster ermöglichen die taktile Messung mikrosystemtechnischer Komponenten mit Hilfe spezieller Koordinatenmessmaschinen.

In allen diesen Beispielen sind Produkte der Mikrosystemtechnik zentral für Funktion und wirtschaftlichen Erfolg.

In Zukunft werden sich durch die enge Verbindung zur Nano- und Biotechnologie und durch die Entwicklung autonomer und adaptiver Systeme neue Anwendungsfelder im Maschinenbau, bei Fahrerassistenzsystemen, in logistischen Prozessen, in der chemischen Verfahrenstechnik, der Energietechnik und nicht zuletzt im Gesundheitswesen erschließen. Zwei Beispiele aus der Forschungstätigkeit des Instituts für Mikrotechnik der Technischen Universität Braunschweig sollen dies verdeutlichen.

Im Rahmen des Sonderforschungsbereiches *Konstruktion und Fertigung aktiver Mikrosysteme* werden neue Technologien zur Herstellung von Mikrospulen und miniaturisierten magnetischen Kreisen entwickelt und optimiert. Die UV-Tiefenlithographie auf der Basis neuer UV-sensitiver Photoresists und die galvanische Abscheidung von Metallen und Legierungen wie Kupfer, Nickel und Nichteisen erlauben die Realisierung von Strukturen mit hohen Aspektverhältnissen und Auflösungen, welche kombiniert in Additivtechnik zum Aufbau magnetischer Mikrosysteme genutzt werden. Zur Herstellung hartmagnetischer Mikrostrukturen werden Mikroverbundwerkstoffe, die aus einer mit hartmagnetischen Partikeln gefüllten Polymermatrix bestehen, entwickelt und untersucht. Diese Verbundmaterialien zeichnen sich durch einstellbare Werkstoffeigenschaften aus und sind zudem einfach und flexibel zu strukturieren und vollständig kompatibel zu bestehenden Prozessketten. Die Kombination dieser Technologien ermöglicht die Entwicklung von Mikromotoren und



Abb. 1: Synchron-Mikromotoren.

-robotern. Bild 1 zeigt Mikrosynchronmotoren. Bei ersten Tests konnten Drehzahlen von 7000 min^{-1} und Drehmomente bis zu $20 \text{ }\mu\text{Nm}$ gemessen werden [1]. Anwendungen ergeben sich unter anderem in der Mikrofluidik (Mikropumpen, Mikromischer) und in der Messtechnik (Nanopositionierung).

Der Sonderforschungsbereich *Vom Gen zum Produkt* beschäftigt sich mit der Verknüpfung gen- und verfahrenstechnischer Methoden zur Gewinnung von Produkten mit hoher Wertschöpfung. In der Medizintechnik besteht eine große Nachfrage zur schnellen Bestimmung von Entzündungen und bakteriellen Infektionskrankheiten. Für die Diagnostik werden derzeit in aller Regel Einzeltests verwendet, die den unspezifischen Parameter C-reaktives Protein (CRP) im Blutserum zum Nachweis entzündlicher Erkrankungen heranziehen und die in Zentrallabors durchgeführt werden. Gemeinsam mit dem Institut für Biochemie und Biotechnologie wird ein mikrofluidisches System entwickelt, das eine zeitnahe Diagnostik auf Basis molekularer Bindungsreaktionen (typischerweise Antikörper) *vor Ort* ermöglicht und mit Probenmengen kleiner $100 \text{ }\mu\text{l}$ auskommt.

Zunächst wird das Serum der Blutprobe mikrotechnisch abgeschieden. Zur Aufreinigung und Aufkonzentration des Serums soll zusätzlich eine Affinitätsmatrix dem Sensor vorgeschaltet werden. Der Nachweis der Proteine erfolgt massen-

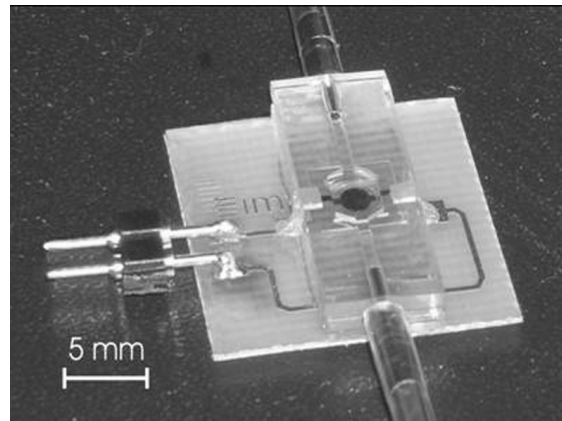


Abb. 2: Fließsystem mit integriertem Quarzsensoren.

sensitiv ohne Einsatz von Markern mit hochfrequenten Quarzmikrowaagen unter Einsatz von speziell hergestellten Antikörperfragmenten (single chain fragments). Ziel ist ein System, dass alle diese Elemente auf einem Chip kombiniert. Bild 2 zeigt das in einem ersten Schritt entwickelte Sensorsystem, das aus einer Polydimethylsiloxan-Mikrofließzelle besteht, in die ein Quarzsensoren integriert ist [2]. Für die Kopplung von Fängerproteinen auf der Sensoroberfläche werden speziell für diesen Anwendungszweck stabilitätsoptimierte Antikörperfragmente gegen CRP verwendet. Die Kopplung von CRP an die immobilisierten Antikörperfragmente führt direkt zum Messsignal.

Literatur

- [1] WALDSCHIK, A., M. FELDMANN & S. BÜTTGENBACH (2008) : *Novel synchronous linear and rotatory micro motors based on polymer magnets with organic and inorganic insulation layers*. Sensors & Transducers Journal, Special Issue 3: 3-13.
- [2] MICHALZIK, M., A. BALCK, L. AL-HALABI, M. HUST, S. DÜBEL & S. BÜTTGENBACH: *Massensensitives Sensor-Fließsystem zur CRP-Diagnostik*. Mikrosystemtechnik Kongress, Dresden, 2007.